



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CHILE
ESCUELA DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN

IIC2343 – Arquitectura de Computadores

Ayudantía 2

Profesor: Yadran Eterovic

Ayudantes: Daniel Leal (dlleal@uc.cl), Jessica Hormazabal (jyhormazabal@uc.cl)

Preguntas

Los ejercicios de esta ayudantía fueron resueltos utilizando la arquitectura ISA MEEP MEEP (solamente 4 registros s1, s2, s3, s4) y no la arquitectura ISA MIPS. Hay instrucciones que difieren de ambas arquitecturas, por lo tanto es importante que se fijen en la ISA que van a usar antes de escribir un programa. Notar además que las soluciones para esta ayudantía son soluciones posibles pero están lejos de ser las únicas soluciones válidas.

1. Assembly

- a) Cargue los valores 5 y 17 en los registros \$s1 y \$s2. Considere registros de 1 byte.

```
1 movi $s1, 5    # s1 = 5
2 movi $s2, 17   # s2 = 17
```

TIP: Para resolver este ejercicio con la ISA MIPS, se podría hacer lo siguiente:

```
1 addi $s1, $zero, 5    # s1 = 5
2 addi $s2, $zero, 17   # s2 = 17
```

- b) Utilizando la arquitectura ISA MEEP MEEP, programe una multiplicación en *assembly* entre dos números guardados en memoria. Considere que los números a multiplicar están en las direcciones 8 y 9, mientras que el resultado desea guardarse en la dirección 13.

```
1 movi $s2, 8          # s2 = 8
2 movi $s3, 9          # s3 = 9
3 lb   $s1, 0($s2)     # s1 = Memory[8]
4 lb   $s2, 0($s3)     # s2 = Memory[9]
5 movi $s3, 0          # s3 = 0 (contador)
6 movi $s4, 0          # s4 = 0 (acumulado)
7 beq  $s2, $s3, 4     # si contador == s2, saltar a 11 (7 + 4)
8 addi $s3, $s3, 1     # s3 += 1 (aumentar contador)
9 add  $s4, $s4, $s1    # s4 += s1
10 j   7               # saltar a 7
11 movi $s1, 13        # s1 = 13 (queremos escribir en Memory[13])
12 sb  $s3, 0($s1)     # Memory[13] = s3
```

- c) Utilizando la arquitectura ISA MEEP MEEP, programe en *assembly* un código que le permita sumar N números desde el número P_0 en adelante. Asuma que N y P_0 están guardados en la memoria RAM en las direcciones 13 y 21, respectivamente. Guarde el valor final en la dirección 4 de la memoria. Comente si lo encuentra necesario.

Lo primero que haremos será definir para qué usaremos cada registro. Usaremos $s1$ como un contador para saber qué número estamos sumando, $s2$ lo usaremos para saber hasta qué número sumar, $s3$ lo usaremos como un extractor temporal (un recipiente en el cual almacenar temporalmente los números extraídos de memoria) y $s4$ lo usaremos para almacenar el total sumado. Una vez definido esto, podemos empezar a escribir el programa.

```
1  movi $s2, 21          # s2 = 21
2  lb   $s1, 0($s2)      # s1 = Memory[21] (ubicacion del primer numero a sumar)
3  movi $s2, 13          # s2 = 13
4  lb   $s3, 0($s2)      # s3 = Memory[13] (cantidad de numeros a sumar)
5  add  $s2, $s1, $s3     # s2 = s1 + s3 (ubicacion del ultimo numero a sumar)
6  movi $s4, 0           # s4 = 0 (valor total sumado)
7  beq  $s1, $s2, 5       # si s1 == s2, saltar a 12 (7 + 5)
8  lb   $s3, 0($s1)      # s3 = Memory[s1]
9  add  $s4, $s4, $s3     # s4 += s3
10 addi $s1, $s1, 1       # s1 += 1 (contador)
11 j    7                # saltar a 7
12 movi $s1, 4           # s1 = 4 (queremos escribir en Memory[4])
13 sb   $s4, 0($s1)      # Memory[4] = s4
```

2. Anexos

MIPS assembly language				
Category	Instruction	Example	Meaning	Comments
Arithmetic	add	add \$s1,\$s2,\$s3	$\$s1 = \$s2 + \$s3$	Three register operands
	subtract	sub \$s1,\$s2,\$s3	$\$s1 = \$s2 - \$s3$	Three register operands
	add immediate	addi \$s1,\$s2,20	$\$s1 = \$s2 + 20$	Used to add constants
Data transfer	load word	lw \$s1,20(\$s2)	$\$s1 = \text{Memory}[\$s2 + 20]$	Word from memory to register
	store word	sw \$s1,20(\$s2)	$\text{Memory}[\$s2 + 20] = \$s1$	Word from register to memory
	load half	lh \$s1,20(\$s2)	$\$s1 = \text{Memory}[\$s2 + 20]$	Halfword memory to register
	load half unsigned	lhu \$s1,20(\$s2)	$\$s1 = \text{Memory}[\$s2 + 20]$	Halfword memory to register
	store half	sh \$s1,20(\$s2)	$\text{Memory}[\$s2 + 20] = \$s1$	Halfword register to memory
	load byte	lb \$s1,20(\$s2)	$\$s1 = \text{Memory}[\$s2 + 20]$	Byte from memory to register
	load byte unsigned	lbu \$s1,20(\$s2)	$\$s1 = \text{Memory}[\$s2 + 20]$	Byte from memory to register
	store byte	sb \$s1,20(\$s2)	$\text{Memory}[\$s2 + 20] = \$s1$	Byte from register to memory
	load linked word	ll \$s1,20(\$s2)	$\$s1 = \text{Memory}[\$s2 + 20]$	Load word as 1st half of atomic swap
	store condition. word	sc \$s1,20(\$s2)	$\text{Memory}[\$s2 + 20] = \$s1; \$s1 = 0 \text{ or } 1$	Store word as 2nd half of atomic swap
Logical	load upper immed.	lui \$s1,20	$\$s1 = 20 * 2^{16}$	Loads constant in upper 16 bits
	and	and \$s1,\$s2,\$s3	$\$s1 = \$s2 \& \$s3$	Three reg. operands; bit-by-bit AND
	or	or \$s1,\$s2,\$s3	$\$s1 = \$s2 \$s3$	Three reg. operands; bit-by-bit OR
	nor	nor \$s1,\$s2,\$s3	$\$s1 = \sim (\$s2 \$s3)$	Three reg. operands; bit-by-bit NOR
	and immediate	andi \$s1,\$s2,20	$\$s1 = \$s2 \& 20$	Bit-by-bit AND reg with constant
	or immediate	ori \$s1,\$s2,20	$\$s1 = \$s2 20$	Bit-by-bit OR reg with constant
	shift left logical	sll \$s1,\$s2,10	$\$s1 = \$s2 \ll 10$	Shift left by constant
Conditional branch	shift right logical	srl \$s1,\$s2,10	$\$s1 = \$s2 \gg 10$	Shift right by constant
	branch on equal	beq \$s1,\$s2,25	if ($\$s1 == \$s2$) go to PC + 4 + 100	Equal test; PC-relative branch
	branch on not equal	bne \$s1,\$s2,25	if ($\$s1 \neq \$s2$) go to PC + 4 + 100	Not equal test; PC-relative
	set on less than	slt \$s1,\$s2,\$s3	if ($\$s2 < \$s3$) $\$s1 = 1$; else $\$s1 = 0$	Compare less than; for beq, bne
	set on less than unsigned	sltu \$s1,\$s2,\$s3	if ($\$s2 < \$s3$) $\$s1 = 1$; else $\$s1 = 0$	Compare less than unsigned
	set less than immediate	slti \$s1,\$s2,20	if ($\$s2 < 20$) $\$s1 = 1$; else $\$s1 = 0$	Compare less than constant
	set less than immediate unsigned	sltiu \$s1,\$s2,20	if ($\$s2 < 20$) $\$s1 = 1$; else $\$s1 = 0$	Compare less than constant unsigned
Unconditional jump	jump	j 2500	go to 10000	Jump to target address
	jump register	jr \$ra	go to \$ra	For switch, procedure return
	jump and link	jal 2500	$\$ra = PC + 4$; go to 10000	For procedure call

Figura 1: ISA de un computador MIPS

SAMPLE INSTRUCTION	MEANING
ADD \$S1, \$S2, \$S3	$\$S1 = \$S2 + \$S3$
SUB \$S1, \$S2, \$S3	$\$S1 = \$S2 - \$S3$
ADDi \$S1, \$S2, LiT	$\$S1 = \$S2 + LiT$
AND \$S1, \$S2, \$S3	$\$S1 = \$S2 \wedge \$S3$
OR \$S1, \$S2, \$S3	$\$S1 = \$S2 \vee \$S3$
ANDi \$S1, \$S2, LiT	$\$S1 = \$S2 \wedge LiT$
ORi \$S1, \$S2, LiT	$\$S1 = \$S2 \vee LiT$
SL \$S1, \$S2, LiT	$\$S1 = \$S2 \ll LiT$
SRL \$S1, \$S2, LiT	$\$S1 = \$S2 \gg LiT$
BEQ \$S1, \$S2, LiT	if ($\$S1 == \$S2$) go to PC + LiT
BNE \$S1, \$S2, LiT	if ($\$S1 != \$S2$) go to PC + LiT
J LiT	go to LiT
LB \$S1, LiT(\$S2)	$\$S1 = \text{Memory}[\$S2 + LiT]$
SB \$S1, LiT(\$S2)	$\text{Memory}[\$S2 + LiT] = \$S1$
MOV \$S1, \$S2	$\$S1 = \$S2$
MOVi \$S1, LiT	$\$S1 = LiT$

* REGISTROS DE 1 BYTE, MEMORIA BYTE-INDEXED

Figura 2: ISA de un computador MEEP MEEP